

Faltwabe aus Wellpappe, Verfahren und Vorrichtung zu deren Herstellung

Die Erfindung bezieht sich auf Wabenkernschichten wie sie in Sandwichmaterialien für Verpackungs- und Strukturanwendungen eingesetzt werden, sowie auf Verfahren und Vorrichtungen zur Herstellung dieser Wabenkernschichten.

In der Luft- und Raumfahrt werden als Kernwerkstoff für beul- und biegestreife Sandwichschalen und -platten seit vielen Jahrzehnten bevorzugt Wabenkerne verwendet. Diese, meist hexagonalen oder überexpandierten Wabenkerne bestehen vorwiegend aus Aluminium oder phenolharzgetränktem Aramidfaserpapier und werden gewöhnlich im Expansionsprozeß hergestellt. Eine Sandwichstruktur mit zwei, üblicherweise aufgeklebten Deckschichten bietet extrem hohe Steifigkeits- und Festigkeits-Gewichtsverhältnisse. Das Interesse anderer großer Industriezweige an leichten Sandwichkernwerkstoffen mit guten gewichtsspezifischen Materialkennwerten wächst beständig, so daß inzwischen mehr als die Hälfte der Wabenkernmaterialien in anderen Bereichen eingesetzt werden.

Die Anwendung von Waben für Verpackungen, im Automobilbau und vergleichbaren Märkten erfordert eine schnelle kontinuierliche Herstellung der Wabenkernschicht, damit ein zur Wellpappe und anderen preiswerten Werkstoffen konkurrenzfähiges Produkt hergestellt werden kann.

Ein Sandwich mit Wabenkern besitzt hohe spezifische Druckfestigkeiten in der Materialebene, aufgrund der optimalen nahezu richtungsunabhängigen Unterstützung der Deckschichten. Im Vergleich zum Sandwich mit Wellkern (z.B. Wellpappe) können bessere Kantenstauchwiderstände und Biegesteifigkeiten insbesondere in der Maschinenrichtung erreicht werden. Dadurch sind deutliche Gewichts- und Materialeinsparungen möglich. Auch senkrecht zur Materialebene sind, aufgrund der senkrechten sich gegenseitig abstützenden Zellwände, die Druckkennwerte erheblich besser. Zudem hat ein Sandwich mit Wabenkern eine bessere Oberflächenqualität was insbesondere für das Bedrucken von Verpackungsmaterialien von Bedeutung ist. Aufgrund dieser Vorteile und der steigenden Nachfrage nach preisgünstigen Sandwichkernen gab es in der

Vergangenheit vielfältige Bemühungen zur Verringerung der hohen Herstellungskosten für Wabenkerne.

Es sind viele Verfahren bekannt bei denen einzelne Materialstreifen oder eine zusammenhängende Materialbahn an abwechselnden Stellen verklebt und dann expandiert wird (US 4.500.380 Bova, DE 196.09.309 Hering, US 4.992.132 Schmidlin, US 5.334.276 Meier). Solche Verfahren werden bereits zur teilweise automatisierten Herstellung von Papierwaben mit Zellweiten über etwa 10 mm für Innenverpackungen, Kanten- und Eckelemente, sowie für Paletten eingesetzt. Die erforderlichen Kräfte und die Materialspannungen beim Expandieren stellen hohe Anforderungen an den Klebstoff und die Verklebung der Zellwände. Durch ein Vorprägen der Faltlinien können diese Kräfte zwar reduziert werden, dennoch leidet die Regelmäßigkeit der Wabengeometrie, insbesondere bei Papierwaben mit kleinen Zellweiten, unter dem Expansionsprozeß. Die inneren Spannungen und die erforderlichen Expansionskräfte erhöhen sich stark bei geringeren Zellweiten. Daher sind diese Verfahren für kleinere Zellweiten zunehmend problematisch und schwieriger zu automatisieren. Zudem ist die Produktionsgeschwindigkeit durch das erforderliche Querschneiden der Bahn begrenzt.

Ebenso sind viele Verfahren bekannt bei denen einzelne, gewellte oder trapezförmige Materialbahnen oder Streifen versetzt verklebt werden (US 3.887.418 Jurisch, US 5.217.556 Fell, US 5.399.221 Casella, US 5.324.465 Duffy). Die technische Umsetzung zu einem kontinuierlichen Prozeß mit einer hohen Produktionsgeschwindigkeit gestaltet sich bei diesen Verfahren, aufgrund der notwendigen Positionierung und Handhabung der einzelnen Materialbahnen schwierig.

Es sind weiter Verfahren bekannt bei denen Wellpappen zu Wabenkernen verarbeitet werden. Bei einem Verfahren werden Wellpappen in den Zellwänden von Wabenkernen verwendet (US 4.948.445 Hess). Dabei werden einzelne Wellpappenbögen, mit in Produktionsrichtung verlaufenden Wellen zugeführt und kurze, durch die gesamte Wellpappendicke gehende Querschnitte eingebracht. Daher entstehen nach dem Auffalten in Produktionsrichtung und dem Expandieren Wabenkerne mit relativ großen Zellweiten und relativ dicken

Zellwänden. Prinzipiell gleicht das Verfahren den Expansionsverfahren mit einer zusammenhängenden Materialbahn.

Des weiteren sind Waben und Verfahren bekannt bei denen eine Wellpappenbahn (US 3.912.573 Kunz) oder eine einzelne gewellte Bahn (WO 5 91/00803 Kunz) mit den Wellen quer zur Produktionsrichtung in Streifen geschnitten wird. Nach dem Zerschneiden der Bahn wird dann durch das Aneinanderkleben der einzelnen Streifen eine Wabenkernschicht erstellt. Dieses Verfahren erfordert eine gewisse Größe der einzelnen Streifen oder besondere Positionierungsbänder, damit deren Handhabung gewährleistet bleibt. Durch die 10 Größe der Streifen reduziert sich die Bahnbreite nach den Drehen der Streifen stark. Um keine zu kleine Breite der Wabenkernschicht zu erhalten, werden die Streifen in einem weiteren Produktionsschritt abgeschnitten und zu einem Wabenblock verklebt, der dann quer zur Produktionsrichtung deutlich langsamer 15 weiter gefördert wird. Für kleine Wabenhöhen muß dieser Wabenblock gegebenenfalls zerschnitten werden. Die durch ein solches Verfahren hergestellten Waben besitzen zwischen einzelnen gewellten oder trapezförmig geformten Zellwandstreifen auch einzelne gerade Streifen. Solche verstärkte Waben sind auch bereits aus der manuellen Herstellung über einen Block bekannt (WO 95/10412 Darfler). Dort werden einzelne ebene Lagen zwischen 20 die einzelnen gewellten Lagen gelegt und mit ihnen verklebt.

Es sind auch Waben und Verfahren zu deren Herstellung bekannt bei denen eine zusammenhängende Materialbahn nach dem Einbringen von Schnitten zunächst gewellt oder trapezförmig verformt wird, bevor die zusammenhängenden Zellwände gegeneinander gefaltet und verklebt werden 25 (WO 97/03816 Pflug). Um eine Materialeinsparung bei Verpackungsanwendungen insbesondere im Vergleich zur Wellpappe, zu erzielen ist ein sehr leichtes Papier (40 g/m<sup>2</sup> bis 80 g/m<sup>2</sup>) zu bevorzugen. Beim Wellen dieser geringen Grammaturen ist es vorteilhaft, die Welle direkt nach der Formung durch das Aufkleben einer Bahn zu stabilisieren. Insbesondere bei der 30 Wellung quer zur Produktionsrichtung, wie sie in der Wellpappenherstellung mit Geschwindigkeiten bis zu 350 m/min üblich ist, muß direkt eine Decklage (ein sogenannter Liner) aufgeklebt werden. Die gewellte Bahn alleine kann die zur

schnellen Förderung der Materialbahn notwendige Zugspannung nicht aufnehmen.

Es sind weiter Verfahren und Vorrichtungen bekannt um Einschnitte in Wellpappen einzubringen (US 5.690.601 Cummings). Diese Einschnitte werden entlang der Wellen einzelner Wellpappenbögen (in Querrichtung zur eigentlichen Produktionsrichtung der Wellpappe) vorgenommen um ein definiertes Falten zu ermöglichen. Das Falten erfolgt bei diesem Verfahren zum Schnitt hin, so daß dieser sich schließt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Wabenkernschicht, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, welche die kontinuierliche Herstellung von Waben mit relativ kleinen Zellweiten, mit einer der Wellpappenherstellung vergleichbaren Produktionsgeschwindigkeit ermöglicht. Des weiteren ist eine gute Oberflächenqualität sowie eine zuverlässige und schnelle Anbindung der Deckschichten erwünscht.

Die gestellte Aufgabe wird aufgrund der Maßnahmen der Ansprüche 1, 7 und 14 und mit Hilfe des Zwischenprodukts gemäß Anspruch 23 gelöst und durch weitere Merkmale der Unteransprüche weiterentwickelt.

Bei der Erfindung wird vorzugsweise eine wellenförmige oder trapezförmige Materialbahn mit mindestens einer, aber vorzugsweise mit zwei Decklagen zugeführt. Dies kann Wellpappe, aber auch eine Kunststoff-, Faserverbund- oder Metallwellkernplatte sein. Auch eine Bahn mit mehreren Wellkernen z.B. eine zweiwellige Wellpappe (BC-Flute, AA-Flute) kann verwendet werden. Vorzugsweise bestehen die Decklagen aus sehr dünnem Material (Flächengewicht zwischen 60 g/m<sup>2</sup> und 100 g/m<sup>2</sup>) und die gewellte Kernschicht aus bis zu 2 mal so dickem Material, da die Decklagen in der zu bevorzugenden Variante der Faltwabe doppelt zu liegen kommen. An die Qualität der Decklagen, sowie an die Dicke der Kernschicht und die Oberflächenqualität der Wellkernbahn werden dabei sehr geringe Ansprüche gestellt, da diese Faktoren auf die Oberflächenqualität des Endproduktes wenig Einfluß haben.

Die Dicke der Wellpappenbahn bestimmt die Weite der Wabenzellen. Zur Stützung der Deckschichten sind Zellweiten von 4.7 mm (A-Flute), oder bei sehr geringen Flächengewichten 3.6 mm (C-Flute) ausreichend, da die flachen

Wellkerndeckschichtstreifen eine zusätzliche Auflage bieten und die Gefahr des Beulens der Deckschichten in die Zellen (Dimpling) vermindern. Es können aber auch Wabengerne mit kleineren bzw. größeren Zellweiten aus Wellkernbahnen mit geringeren bzw. größeren Höhen der Welle (z.B. K-Flute) hergestellt werden.

5        Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird die mehrlagige Bahn zunächst in Förderrichtung auf der Unterseite und der Oberseite mit einer Vielzahl von durchlaufenden Faltlinien versehen. Die Faltlinien können zum Beispiel durch Pressen oder Längseinschneiden der Bahn eingebracht werden. Die Schnitte durchschneiden die Bahn in Dickenrichtung nicht ganz, sondern

10      lassen jeweils eine Deckschicht (oder die Deckschicht und die Wellenberge) zusammenhängend. Die Schnitte auf der Oberseite liegen dabei möglichst genau zwischen den Schnitten der Unterseite. Die bei Wellpappen üblichen Unebenheiten der Deckschichten und die unterschiedlichen Schneidkräfte zwischen den Wellenbergen können dazu führen, daß die Deckschicht an

15      einzelnen Stellen teilweise oder ganz durchschnitten wird. Dies ist durchaus erwünscht solange die Wellkernstreifen in Querrichtung noch zusammenhängend bleiben. Die erforderliche Faltkraft kann durch dieses leichte Anschneiden oder Perforieren der Deckschichten oder ein zusätzliches Vorprägen der Faltlinie verringert werden. Die Wellkernstreifen können auch

20      zunächst komplett durchgeschnitten und gleichzeitig oder unmittelbar danach mittels Klebefolien zusammengeklebt werden. Dieses Material kann im Vergleich zu dem Material der Bahn leichter zu biegen bzw. zu falten sein. Demzufolge, schließt die Wortkombination „einstückig gebildet“ nicht nur Wellenstreifen ein, die durch eine Deckschicht miteinander verbunden sind sondern auch getrennte

25      Wellenstreifen, die durch Klebefolie miteinander verbunden werden. Das Verhältnis zwischen der Breite und der Höhe der zusammenhängenden Wellkernstreifen liegt vorzugsweise im Bereich von 0.5 bis 2.0.

Die zusammenhängenden Wellkernstreifen werden dann jeweils um 90° so gedreht, daß sich die Schnitte öffnen und sich die zusammenhängenden

30      Decklagen benachbarter Streifen um 180° falten. Da die Streifen zusammenhängen, ist keine Ausrichtung in Dicken- oder Längsrichtung notwendig. Die Streifen legen sich mit den zusammenhängenden Decklagen

flächig aneinander und bilden die Faltwabe. Sie können verklebt, anderweitig verbunden oder erst bei Aufkleben der neuen Deckschichten durch diese verbunden werden. Das Aufbringen des Klebers kann durch Rollen, Düsen oder Bürsten erfolgen, wobei ein Aufbringen bevorzugt wird, das eine relativ geringe Klebstoffmenge konstant aufträgt. Bei der Verwendung einer Wellkernbahn mit zwei Decklagen sind die Wellkernstreifen wesentlich stabiler als nur mit einer Decklage und können mit einem Druck verklebt werden. Eventuelle Verformungen des Wellkerns, die bei der Wellpappenherstellung die Oberflächenqualität oft beeinträchtigen, erfolgen hier in Breitenrichtung und haben auf die Oberflächenqualität und Dicke der Faltwabe keinen Einfluß.

Die flachen, in der Wabe senkrecht stehenden Wellkerndeckschichtstreifen können die Zugspannungen in der Produktionsrichtung aufnehmen und ermöglichen einen schnellen Transport der Materialbahn. Sie erhöhen später die Schub- und Druckkennwerte der Wabe, so daß alles Material der Wellpappe im daraus gefalteten Wabekern genutzt wird.

Zur Herstellung eines Wabenplattenmaterials können neue Deckschichten direkt nach der Wabenherstellung kontinuierlich auf die Wabekernschicht aufgeklebt werden. Dabei ist die hohe Druckfestigkeit der Wabe sehr nützlich.

Eine gute Anbindung der Deckschichten an die Wabe kann durch ein leichtes Zerfasern der Kanten beim Einbringen der Längsschnitte erreicht werden. Neben den Kanten der Wellkernlage stehen die kleinen Seitenflächen der gefalteten Wellkerndeckschichtstreifen zusätzlich zur Anbindung der Deckschichten zur Verfügung.

Ein Ausführungsbeispiel für die Wabekernschicht, das Verfahren und die Vorrichtung wird anhand der Zeichnungen beschrieben. Dabei zeigt :

Fig. 1 die Wellkernbahn und die Position der Längseinschnitte in der Draufsicht und der Seitenansicht,

Fig. 2 die Position der Längseinschnitte in der Wellkernbahn in der Frontansicht,

Fig. 3 die leicht gefalteten zusammenhängenden Wellkernstreifen,

Fig. 4 die  $30^\circ$  gefalteten zusammenhängenden Wellkernstreifen,

Fig. 5 die  $60^\circ$  gefalteten zusammenhängenden Wellkernstreifen,

Fig. 6 die nahezu ganz gefalteten zusammenhängenden Wellkernstreifen,

Fig. 7 eine perspektivische Darstellung der leicht gefalteten Wellkernbahn,

5 Fig. 8 eine perspektivische Darstellung der  $30^\circ$  gefalteten Wellkernbahn,

Fig. 9 eine perspektivische Darstellung der  $60^\circ$  gefalteten Wellkernbahn,

Fig. 10 eine perspektivische Darstellung der nahezu ganz gefalteten Faltwabe aus Wellpappe,

10 Fig. 11 das Verfahren zur Herstellung der Faltwabe aus Wellpappe in der Draufsicht,

Fig. 12 eine perspektivische Darstellung des Verfahrens zur Herstellung der Faltwabe aus Wellpappe,

Fig. 13 die Führung der Materialbahn aus der Bahnebene in der Seitenansicht,

Fig. 14 die noch ebene Wellkernbahn in der Frontansicht,

15 Fig. 15 die Verformung aus der Bahnebene bei  $5^\circ$  gefalteter Wellkernbahn,

Fig. 16 die Verformung aus der Bahnebene bei  $45^\circ$  gefalteter Wellkernbahn,

Fig. 17 die Verformung aus der Bahnebene bei dreistufiger Verdrehung jedes dritten Wellkernstreifens,

20 Fig. 18 die Vorrichtung zum Einbringen der Längseinschnitte zur Herstellung der Faltwabe in der Frontansicht,

Fig. 19 die Vorrichtung zum variablen Einbringen der Längseinschnitte in der Frontansicht,

Fig. 20 die Vorrichtung zum Drehen und Zusammenfalten der zusammenhängenden Wellkernstreifen zur Herstellung der Faltwabe aus Wellpappe im Schnitt.

25 Fig. 21 die Vorrichtung zum variablen Drehen und Zusammenfalten der zusammenhängenden Wellkernstreifen im Schnitt.

Fig. 1 zeigt die zugeführte Wellkernbahn mit den Wellen quer zur

30 Produktionsrichtung und die Position der Längseinschnitte in der Draufsicht und

der Seitenansicht. Die Wellenkernbahn kann auf der Basis von Kunststoff, Gewebe, Faserverbundwerkstoff, Papier, Pappe oder ähnlichen Materialien sein. Die Wellkernstreifen 1 sind jeweils durch zwei Einschnitte 2 und 3 begrenzt. Die Wellkernbahn ist durch diese Schnitte, welche die Materialbahn in

- 5 Dickenrichtung nicht ganz durchschneiden, abwechselnd von oben und unten eingeschnitten. Das verbleibende Material (eine Deckschicht oder/und die Wellenberge des Wellkerns) wird später an dieser Stelle um die Faltlinien 4 und 5 gefaltet. Fig. 2 zeigt die Position der Längseinschnitte und der Faltlinien in der Frontansicht. Das Verhältnis zwischen der Breite und der Höhe jedes
- 10 Wellenkernstreifens liegt vorzugsweise im Bereich 0.5 bis 2.

In Fig. 3 bis Fig. 6 ist die Faltung der zusammenhängenden Wellkernstreifen schrittweise in der Frontansicht dargestellt. Ein Klebstoff 6, für Verpackungsanwendungen vorzugsweise auf Stärke oder PVA Basis, kann vor dem Falten auf die Wellkerndeckschichtstreifen aufgebracht werden. Der

- 15 Klebstoff kann auf der gesamten Fläche oder nur dort aufgebracht werden wo sich die Wellenberge oder Wellentäler der benachbarten Wellkernstreifen treffen. Fig. 7 bis Fig. 10 zeigen die gleichen Zwischenschritte der Herstellung in perspektivischer Darstellung.

Fig. 11 zeigt das Verfahren zur Herstellung der Faltwabe aus Wellpappe

- 20 in der Draufsicht. In Fig. 12 sind die Positionen der einzelnen Verfahrensschritte eingezeichnet. Zunächst werden bei Position 10 die Längseinschnitte in die Materialbahn eingebracht. Danach erfolgt von 11 bis 13 die Verdrehung der Materialstreifen. Dabei kann optional ein Klebstoff auch erst während des Verdrehens eingebracht werden (etwa bei 12). Bei 14 können dann
- 25 Deckschichten auf die Faltwabe aufgebracht werden.

Im kontinuierlichen Prozeß ergeben sich Torsionsspannungen durch die Verdrehung der zusammenhängenden Wellkernstreifen. Diese Spannungen sind aufgrund der geringen Torsionssteifigkeit der dünnen, schmalen Steifen relativ gering. Die Länge dieses Prozeßschrittes kann daher relativ kurz sein (< 0.5 m),

- 30 wenn keine Änderung der Bahnbreite erfolgt. Zwangsläufig entspricht das Verhältnis zwischen der Dicke der Wellkernbahn und der Dicke der Waben-

kernschicht dem Verhältnis der Breiten beider Materialbahnen ( $b_{Wabe} = b_{Welle} \cdot t_{Wabe} / t_{Welle}$ ).

Vorzugsweise ist die Wellkerndicke ( $t_{Welle}$ ) gleich der Wabenkerndicke ( $t_{Wabe}$ ) zu wählen, damit sich eine konstante Anlagenbreite ergibt ( $b_{Wabe} = b_{Welle}$ ). Allerdings wird ohnehin während des Drehens der Materialstreifen eine maximale Breite der Bahn mit  $b_{max} = b_{Welle} \cdot \sqrt{(t_{Welle}^2 + t_{Wabe}^2) / t_{Wabe}}$  erreicht. Bei gleicher Materialdicke  $t_{Welle} = t_{Wabe}$  würde die Breitenänderung  $b_{max} = 1.41 \cdot b_{Welle}$  betragen. Diese Änderung der Bahnbreite kann durch eine kurzzeitige Führung der Materialstreifen aus der Bahnebene heraus verhindert 10 werden.

Fig. 13 zeigt die Führung der Materialbahn aus der Bahnebene heraus in der Seitenansicht. Die zusammenhängenden Wellkernstreifen können während der 90°-Torsion leicht gebogen werden. Eine Biegung der toradierten Wellkernstreifen erfordert jedoch eine größere Länge des Torsionsbereiches. Daher ist es 15 sinnvoll die Bahn über der Breite leicht zu wellen um so die Verformungen aus der Bahnebene heraus zu begrenzen. Fig. 14 bis 16 zeigen die einzelnen Schritte bei einer möglichen Verformung der zusammenhängenden Wellkernstreifen aus der Bahnebene heraus zur Vermeidung der Bahnbreitenänderung.

Des weiteren kann die Breitenänderung stark reduziert werden wenn die 20 Wellkernstreifen nacheinander verdreht werden. Dabei ist es besonders vorteilhaft, zunächst jeden dritten Wellkernstreifen zu verdrehen. In drei Stufen können so alle Wellkernstreifen verdreht werden, ohne daß sich eine merkliche Breitenänderung ergibt. Fig. 17 zeigt die dreistufige Verdrehung jedes dritten Wellkernstreifens und die resultierenden geringen Verformungen aus der 25 Bahnebene heraus in einzelnen Frontansichten. Einzelne oder mehrere Wellkernstreifen können auch in anderer Reihenfolge nacheinander verdreht werden um die Breitenänderung zu begrenzen.

Dennoch ist eine Reduktion der Bahnbreite bei der Herstellung von Wabenkernschichten mit einer größeren Dicke ( $t_{Wabe} > t_{Welle}$ ) und eine Vergrößerung der Bahnbreite bei der Herstellungen kleinerer Dicken ( $t_{Wabe} < t_{Welle}$ ) bis zu einem gewissen Grade aus Gründen der Flexibilität der Anlage

5 eventuell vorteilhaft. Das Verhältnis zwischen der Dicke der Wellkernbahn ( $t_{Welle}$ ) und der Dicke der Wabenkernschicht ( $t_{Wabe}$ ) liegt dabei vorzugsweise zwischen 0.5 und 2. Fig. 18 zeigt eine Vorrichtung zum Einbringen der Längseinschnitte. Diese Vorrichtung kann aus einfachen Längsschneidmessern 20 bestehen, die auf einer oberen 21 und einer unteren Achse 22 oder auf einer 10 Vielzahl von separaten Achsen rotieren. Der Abstand zwischen den oberen und unteren Schneidmessern zueinander und untereinander sollte möglichst gleichmäßig sein um eine hohe Schnittgenauigkeit und damit eine sehr konstante Wabenkerndicke zu erreichen. Ferner sollte die Materialbahn (z.B. durch Walzen) möglichst exakt geführt werden damit eine exakte Tiefe der Einschnitte 15 erzielt wird. Das schnelle exakte Schneiden von Wellkernen in der Produktionsrichtung wird bereits bei der Wellpappenherstellung durchgeführt. Neben der bevorzugten Verwendung von rotierenden Messern ist auch das Schneiden mit stillstehenden Messern denkbar. Die zusammenhängenden Wellkernstreifen bilden eine relativ stabile Bahn, daher kann die Wellkernbahn 20 nach dem Einbringen der Einschnitte hinter den Längsschneidmessern mit Walzen oder Bändern gefördert werden.

Fig. 19 zeigt eine variable Vorrichtung 24 zum Einbringen der Längseinschnitte. Durch eine gleichmäßige Verstellung der Abstände zwischen den einzelnen Schneidmessern 20 in Breitenrichtung kann eine Wabenkernschichten 25 mit unterschiedlicher Dicke hergestellt werden. Ferner ist auch ein schnelles Austauschen der kompletten Schneidwalzen (z.B. mit sogenannten Revolversystemen) denkbar.

Fig. 20 zeigt eine Vorrichtungen zum Drehen und Zusammenfalten der zusammenhängenden Wellkernstreifen. Die Vorrichtung kann aus einfachen 30 feststehenden Führungen 23, aus rotierenden Walzen oder aus

Transportbändern bestehen. Die Geometrie dieser Führungen bestimmt wie die zusammenhängenden Wellkernstreifen beim Transport verdreht und gegen-einander gefaltet werden. Dabei ist entweder ein sequentielles Drehen, bei dem es zu einem sehr geringen stufenförmigem Wellen über der Breite kommt oder

5 ein gleichzeitiges Drehen mit einer größeren Wellung über der Breite möglich.

Fig. 21 zeigt eine variable Vorrichtungen zum gleichzeitigen Drehen und Zusammenfalten der zusammenhängenden Wellkernstreifen mit einer Wellung über der Breite. Fig. 17 zeigt wie die Führungen der einzelnen Materialstreifen beim Drehen jedes dritten Wellkernstreifens in drei Stufen führen müssen. Bei

10 dieser Variante ist vorteilhaft, daß es genügt die jeweils nicht drehenden zwei Wellkernstreifen nach oben bzw. unten zu führen, um den jeweils dazwischen liegenden Wellkernstreifen um 90° zu drehen.

Diese Faltwabe aus Wellpappe, das beschriebene Verfahren und die Vorrichtungen ermöglichen die Herstellung eines der Wellpappe in allen

15 Materialkennwerten deutlich überlegenen Wabenmaterials. Die Wabenkernschichtdicke sollte vorzugsweise über 4 mm betragen, da die Materialeinsparungen im Vergleich zur Wellpappe mit zwei übereinander liegenden Wellkernen besonders groß sind. Doch auch bei geringeren Höhen biete die Wabe deutlich bessere Materialeigenschaften. Das Material kann aus

20 den gleichen, wenn auch leichteren Papieren (Kraftliner oder Testliner) und dem üblichen, auf Stärke bzw. PVA basierenden Klebstoff auf Anlagen hergestellt werden, die in wesentlichen Komponenten den weit entwickelten Wellpappen-anlagen gleichen. Die beiden zusätzlichen Prozeßschritte (Einbringen der Längs-einschnitte und Falten der zusammenhängenden Wellpappenstreifen) können

25 durch die beschriebenen einfachen Vorrichtungen durchgeführt werden und reduzieren die Produktionsgeschwindigkeit nicht.

Mit den beschriebenen verstellbaren Längsschneid- und Führungs-vorrichtungen bzw. dem in der Wellpappenindustrie üblichen Austauschen der Walzen und Komponenten kann eine Anlage für einwellige Wellpappe sehr

30 flexibel Faltwaben mit unterschiedlichen Dicken herstellen. Die Produktions-kosten sind voraussichtlich geringer als bei der Herstellung von zweilagigen Wellpappen. Zudem kann die Produktionsgeschwindigkeit, dieser auf einer

einwelligen Wellpappenanlage basierenden Wabenpappenanlage vermutlich größer sein, als die von heute üblichen zweiwelligen Wellpappenanlagen.

Beim Herstellen von Faltwaben aus Wellpappe kann das Aufleimen der Decklagen in der gleichen Produktionsanlage, direkt nach der Kernschichtfertigung erfolgen, und zur Weiterverarbeitung der Wabenpappe können die in der wellpappenverarbeitenden Industrie üblichen Schneid-, Stanz- und Druckmaschinen verwendet werden.

Die Wabenpappe verfügt im Vergleich zur Wellpappe über deutlich bessere Druckfestigkeiten in der Materialebene (Kantenstauchwiderstand, ECT), insbesondere in der Produktionsrichtung (Maschinenrichtung). Zudem bietet sie senkrecht zur Materialebene (Flachstauchwiderstand, FCT) erheblich bessere Druckkennwerte und eine größere Stoßenergieaufnahme. Die möglichen Gewichts- und Materialeinsparungen, die richtungsunabhängigeren Festigkeiten und die bessere Oberflächenqualität, sowie der geringe Aufwand für die zusätzlichen Produktionsschritte lassen erwarten, daß die Faltwabenpappe aus Wellpappe konkurrenzfähig zur Wellpappe ist.

Zudem kann die Faltwabe ohne ein Auflaminieren von Deckschichten vielfältig zu Sandwichbauteilen weiterverarbeitet werden. Die Wabenzellen können zur besseren akustischen und thermischen Isolation zusätzlich mit einem Schaum oder ähnlichem Material gefüllt werden. Des weiteren können die Wabenzellwände durch ein Tauchbad oder durch Besprühen imprägniert oder beschichtet werden. Die guten Materialeigenschaften und die geringen Produktionskosten lassen erwarten, daß dieses Material neben den Verpackungsanwendungen auch in anderen Bereichen wie zum Beispiel in Innenverkleidungsbauteilen für Fahrzeuge, in Möbeln, Bodenbelägen und Wandverkleidungen, usw. Anwendungen findet.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Faltwabe sind:

- a) verbesserte Bedruckbarkeit durch bessere Oberflächenqualität,
- 30 b) verbesserte mechanische Eigenschaften, z.B. Flachstauchwiderstand und Kantenstauchwiderstand, Biegefesteigkeit, Biegsteifigkeit,
- c) geringeres Gewicht bei gleichen mechanischen Eigenschaften,

- d) guter Schlagwiderstand und mechanische Eigenschaften nach einem Schlag oder Stoß,
- e) Umweltfreundlichkeit, z.B. 20 bis 25% wenige Rohmaterialien werden verwendet, die Faltwabe findet Anwendung, wo bisjetzt nicht-wiederverwendbare Materialien eingesetzt worden sind.

5

Patentansprüche

1. Faltwabe, mit einer Vielzahl von nebeneinander und in einer Ebene liegenden Wellkernstreifen, die jeweils aus einem wellenförmigen oder einem trapezförmigen Kern mit mindestens einer Decklage bestehen, wobei die Decklagen der Wellkernstreifen parallel zueinander und quer zur Ebene angeordnet sind und sich die Längsrichtung der Wellen des Wellenkerns bei jedem Wellkernstreifen quer zu diesem erstreckt, und wobei die Wellkernstreifen miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß bei mindestens jedem zweiten Wellkernstreifen die Decklage des einen Wellkernstreifens mit der Decklage eines der benachbarten Wellkernstreifen einstückig gebildet und mit dieser über eine Falte von  $180^\circ$  verbunden ist.
- 15 2. Faltwabe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis zwischen der Breite und der Höhe jedes Wellenkernstreifens im Bereich von 0.5 bis 2 liegt.
- 20 3. Faltwabe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Flächengewichte des Wellkernmaterials zu dem Decklagenmaterial jedes Wellkernstreifens im Bereich von 1 bis 2 liegt.
- 25 4. Faltwabe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Decklage des wellförmigen oder trapezförmigen Kerns mindestens jedes zweiten Wellkernstreifens mit der Decklage des wellförmigen oder trapezförmigen Kerns mindestens eines benachbarten Wellkernstreifens ganz oder teilweise flächig verbunden ist.
- 30 5. Faltwabe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Wellkernstreifen aus zwei Decklagen und einem dazwischen angeordneten wellförmigen oder trapezförmigen Kern besteht und die eine Decklage jedes Wellkernstreifens mit einer

Decklage eines benachbarten Wellkernstreifens einstückig gebildet und mit dieser über eine Falte von 180° verbunden ist, und die andere Decklage mit einer Decklage eines anderen benachbarten Wellkernstreifens einstückig gebildet und mit dieser über eine Falte von 5 180° verbunden ist.

6. Faltwabe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine auf einer Seite der Vielzahl von nebeneinander liegenden Wellkernstreifen eine 10 Deckschicht angeordnet ist.
7. Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung einer Faltwabe mit den folgenden Schritten :
  - 15 a) Bilden von zusammenhängenden, aus einem wellenförmigen oder einem trapezförmigen Kern mit mindestens einer Decklage bestehenden Wellkernstreifen, wobei bei mindestens jedem zweiten Wellkernstreifen die Decklage des einen Wellkernstreifens mit der Decklage eines benachbarten Wellkernstreifens verbunden ist; und 20 b) Drehen der zusammenhängenden Wellkernstreifen gegeneinander um etwa 90°, wodurch die Decklagen der Wellkernstreifen an den Verbindungslien um etwa 180° gefaltet werden.
  - 25 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis zwischen der Breite und der Höhe jedes Wellenkernstreifens im Bereich von 0.5 bis 2 liegt.
  9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Flächengewichte des 30 Wellkernmaterials zu dem Decklagenmaterial jedes Wellkernstreifens im Bereich von 1 bis 2 liegt.
  10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 8,

dadurch gekennzeichnet, daß die sich berührenden Flächen, entweder mit Klebstoff der zuvor aufgebracht wird oder anderweitig, fest miteinander verbunden werden.

- 5 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Deckschicht auf die Faltwabe auflaminiert wird.
- 10 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des Bildens der zusammenhängenden Wellkernstreifen das komplette Durchschneiden der Wellkernbahn zu einzelnen Wellkernstreifen enthält.
- 15 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des Bildens der zusammenhängenden Wellkernstreifen das Längseinschneiden einer Wellkernbahn zu zusammenhängenden Wellkernstreifen enthält.
- 20 14. Anlage zum Herstellen einer Faltwabe, umfassend :
  - a) eine erste Vorrichtung zum Bilden von zusammenhängenden, aus einem wellenförmigen oder einem trapezförmigen Kern mit mindestens einer Decklage bestehenden und in einer Ebene liegenden Wellkernstreifen, wobei bei mindestens jedem zweiten Wellkernstreifen die Decklage des einen Wellkernstreifens mit der Decklage eines der benachbarten Wellkernstreifen verbunden ist; und
  - 25 b) eine zweite Vorrichtung zum Drehen der zusammenhängenden Wellkernstreifen gegeneinander um etwa 90°, wodurch die Decklagen an den Verbindungslien um etwa 180° gefaltet werden.
- 30 15. Vorrichtung nach dem Anspruch 14,

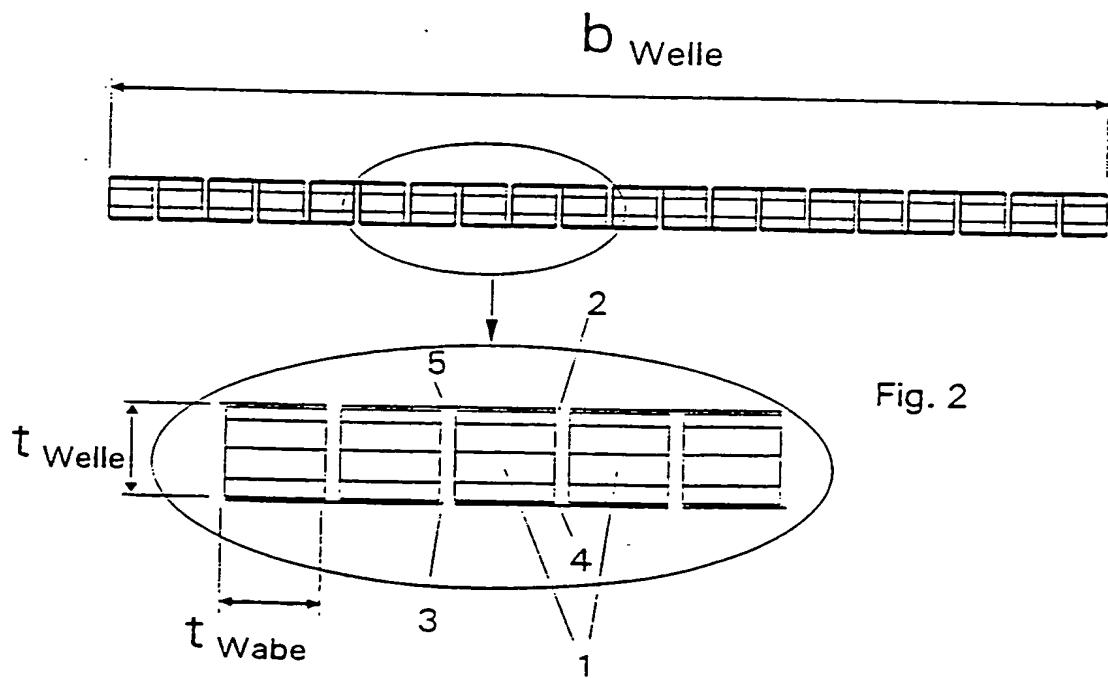
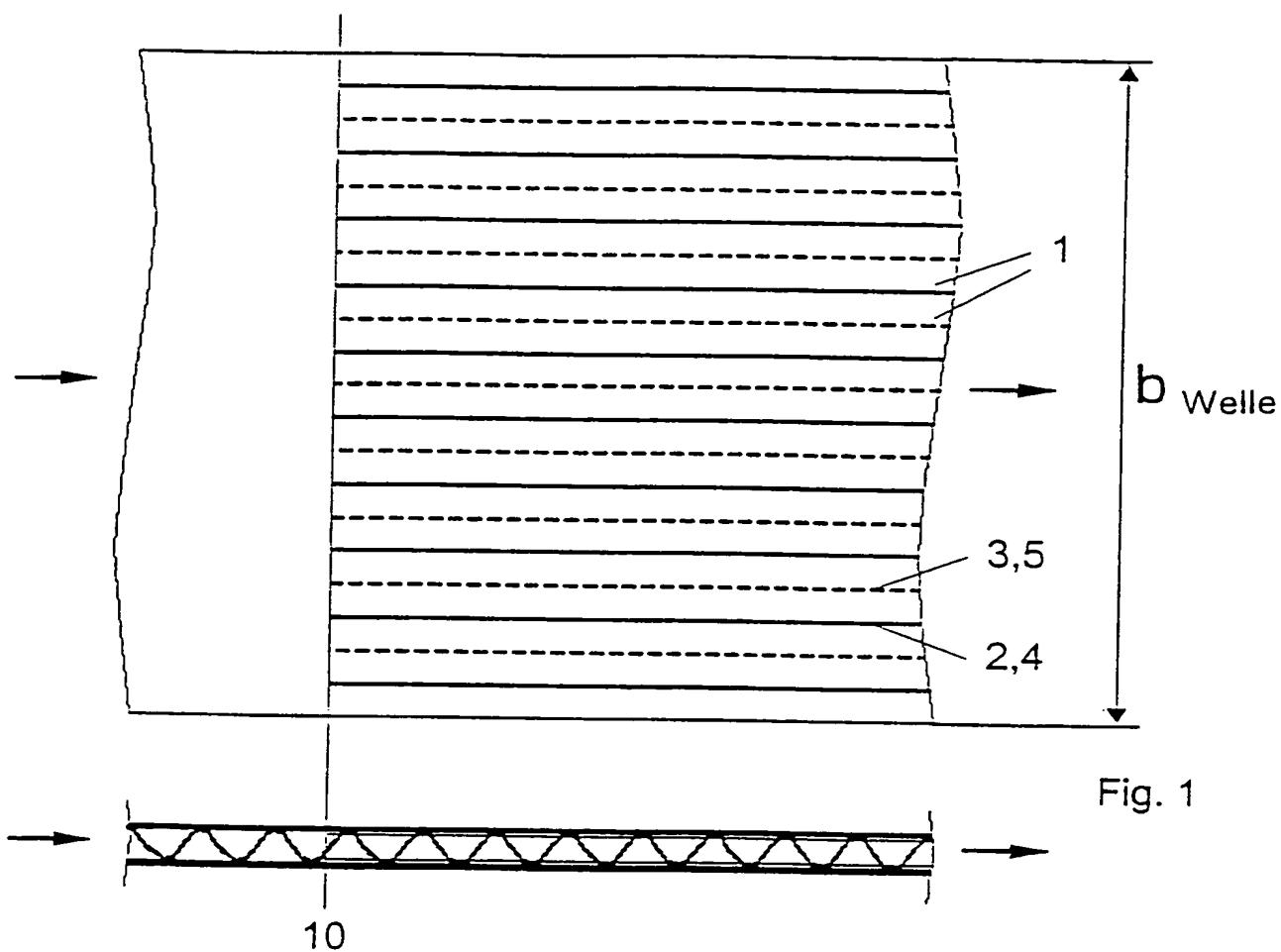
dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Bilden der zusammenhängenden Wellkernstreifen eine Vorrichtung zum kompletten Durchschneiden einer Wellkernbahn zu einzelnen Wellkernstreifen enthält.

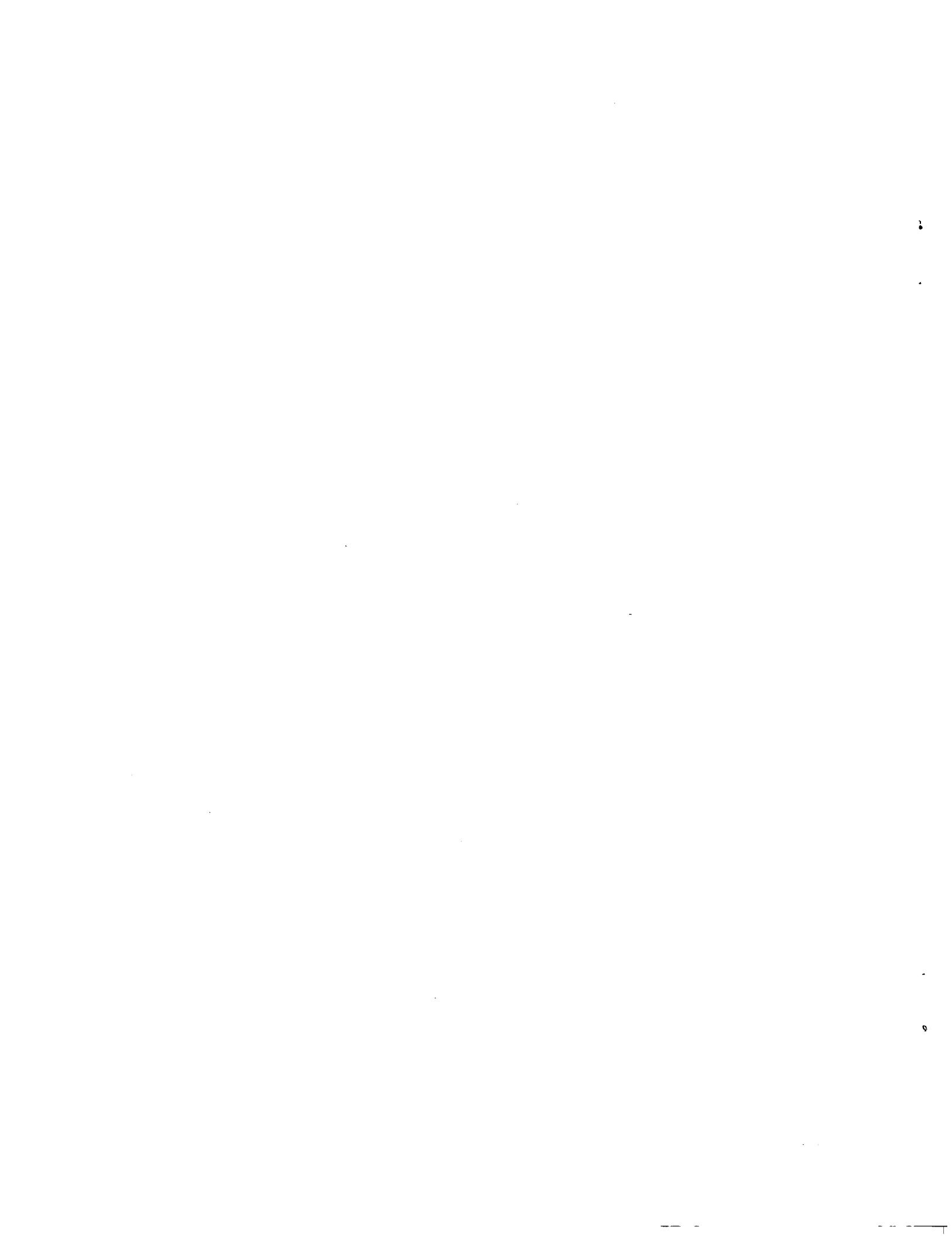
- 5 16. Vorrichtung nach dem Anspruch 14,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Bilden der zusammenhängenden Wellkernstreifen eine Vorrichtung zum Längseinschneiden einer Wellkernbahn zu zusammenhängenden Wellkernstreifen enthält.
- 10 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis zwischen der Breite und der Höhe jedes Wellenkernstreifens im Bereich von 0.5 bis 2 liegt.
- 15 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 17,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Flächengewichte des Wellkernmaterials zu dem Decklagenmaterial jedes Wellkernstreifens im Bereich von 1 bis 2 liegt.
- 20 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18 ,  
20 dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Längseinschneiden der Wellkernbahn eine Mehrzahl von rotierenden oder feststehenden Messern besitzt.
- 25 20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 19,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Verdrehen eine Längswellung aufweist und die Wellkernstreifen dadurch zeitweise aus der Ebene führt oder so führt daß einzelne oder mehrere Wellkernstreifen nacheinander gedreht werden.
- 30 21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 20,  
dadurch gekennzeichnet, daß sich vor oder im Bereich der Drehung der Wellkernstreifen eine Vorrichtung zum Aufbringen von Klebstoff auf die Decklagen der Wellkernstreifen befindet.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 21,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Schneiden und zum  
Verdrehen jeweils Verstellvorrichtungen zur variablen Einstellung des  
5 Abstandes der Messer und Führungselemente in Breitenrichtung besitzen.

23. Eine Vielzahl von nebeneinander, zusammenhängenden und in einer  
Ebene liegenden Wellkernstreifen, die jeweils aus einem wellenförmigen  
oder einem trapezförmigen Kern mit mindestens einer Decklage bestehen,  
10 wobei die Decklagen der Wellkernstreifen parallel zueinander sind und sich  
die Längsrichtung der Wellen des Wellenkerns bei jedem Wellkernstreifen  
quer zu diesem erstreckt, und wobei die Wellkernstreifen miteinander  
verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß bei mindestens jedem  
15 zweiten Wellkernstreifen die Decklage des einen Wellkernstreifens mit der  
Decklage eines der benachbarten Wellkernstreifen einstückig gebildet ist  
und mit dieser durch Falten durch 180° verbindbar ist.

24. Die Vielzahl nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß das  
Verhältnis zwischen der Breite und der Höhe jedes Wellenkernstreifens im  
20 Bereich von 0.5 bis 2 liegt.





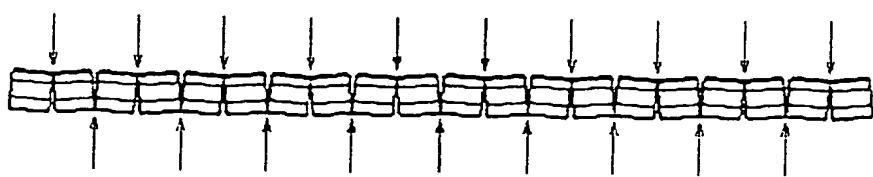


Fig. 3

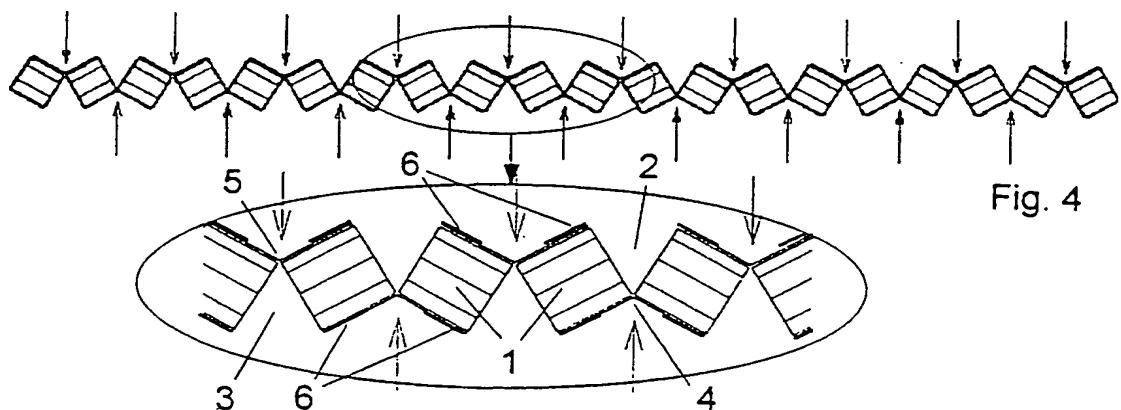


Fig. 4

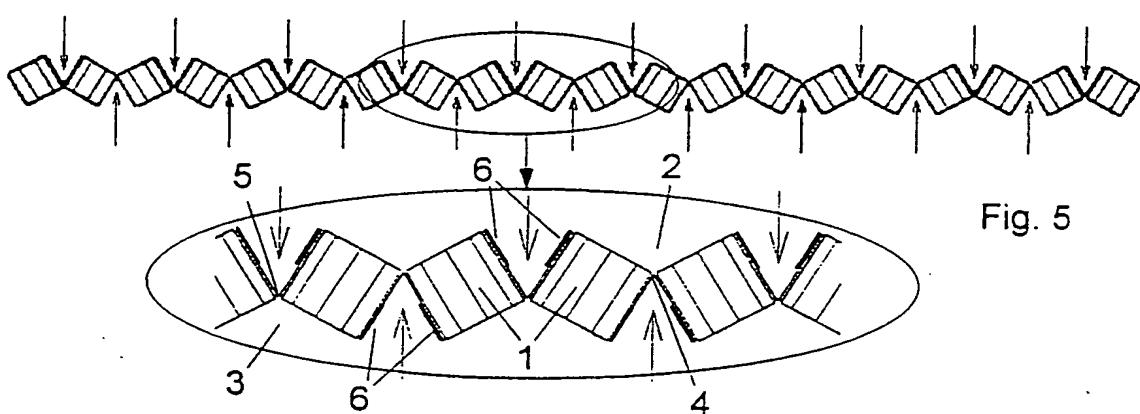


Fig. 5

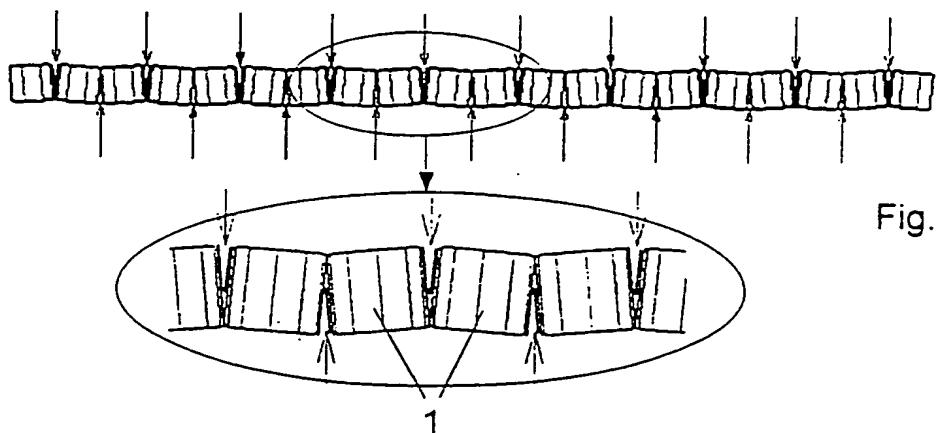


Fig. 6



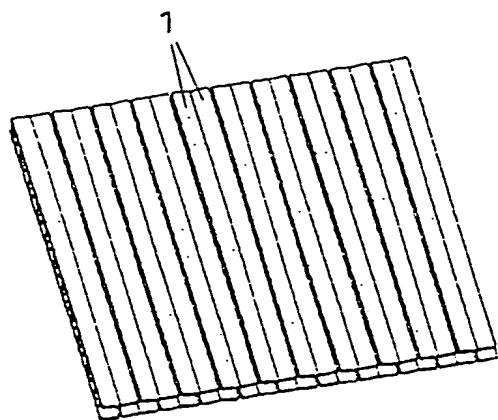


Fig. 7

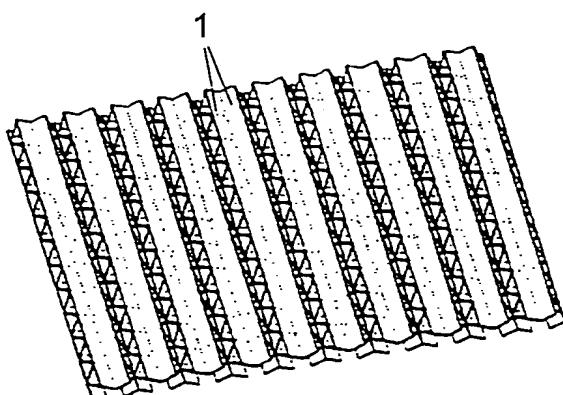


Fig. 8

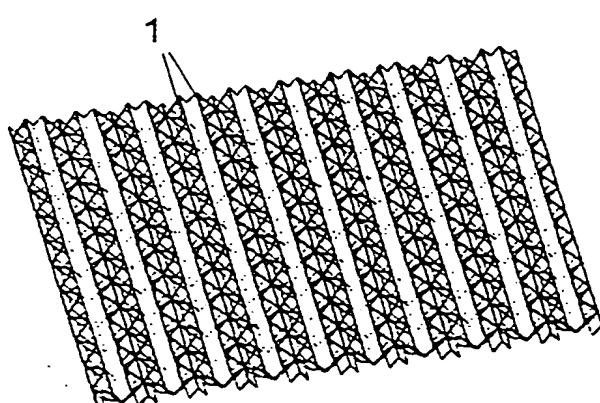


Fig. 9

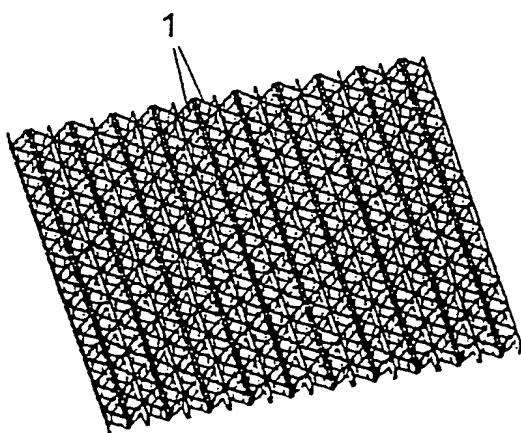
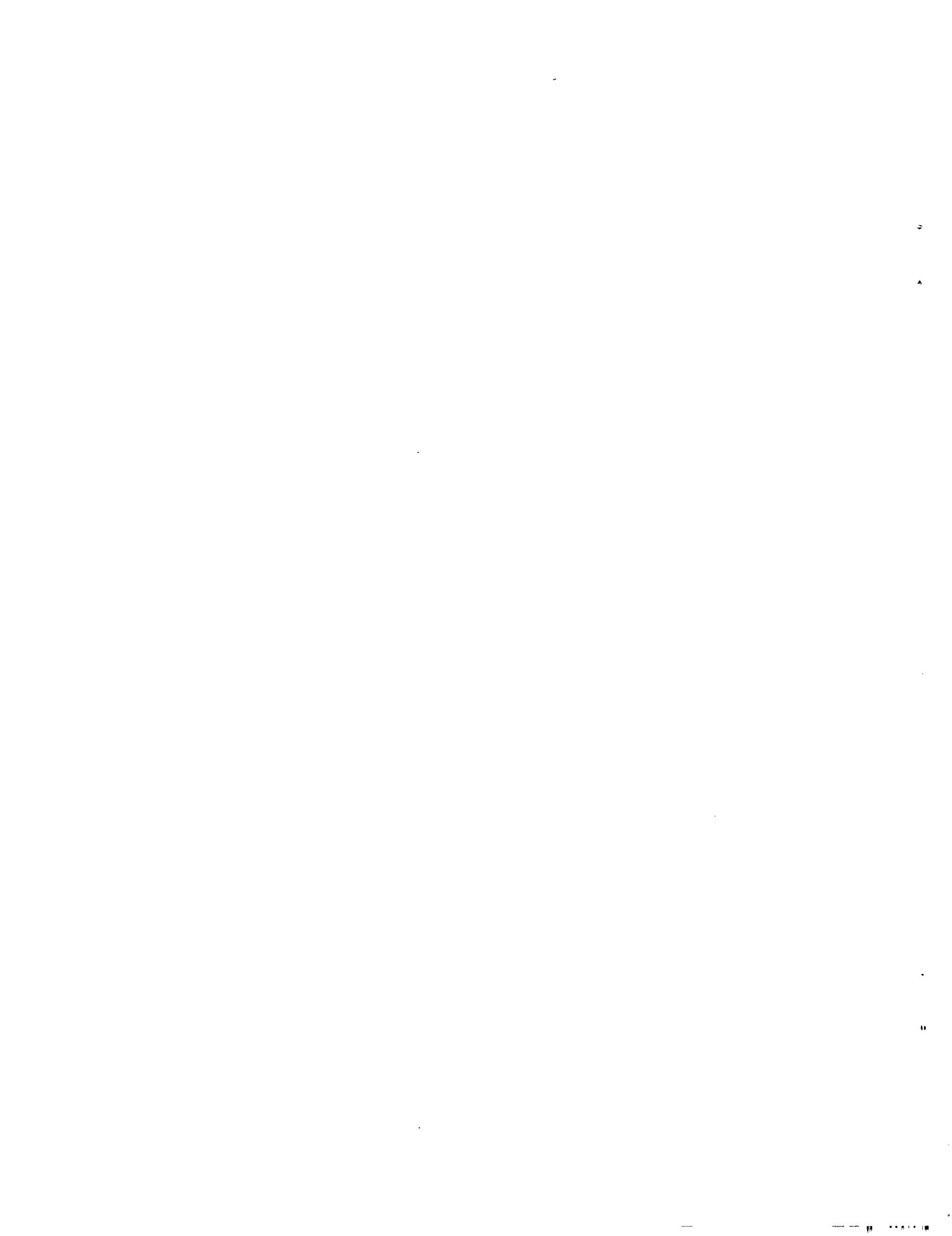


Fig. 10



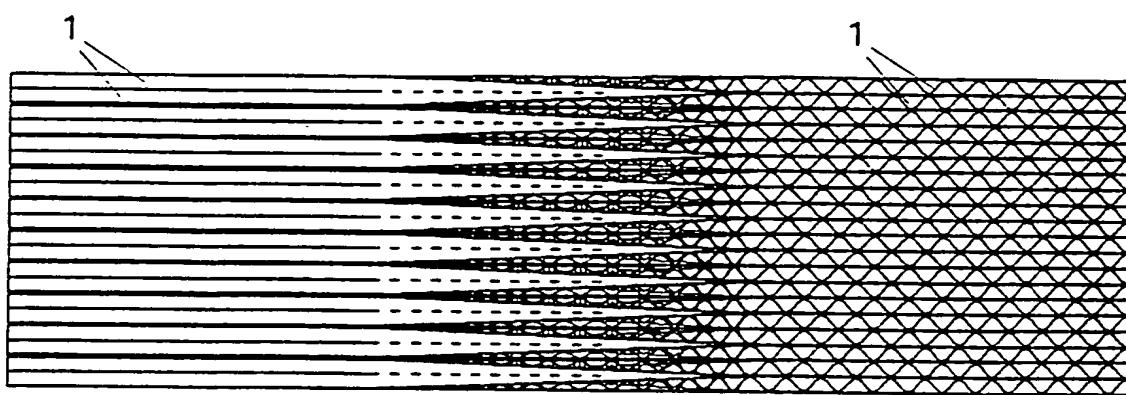


Fig. 11

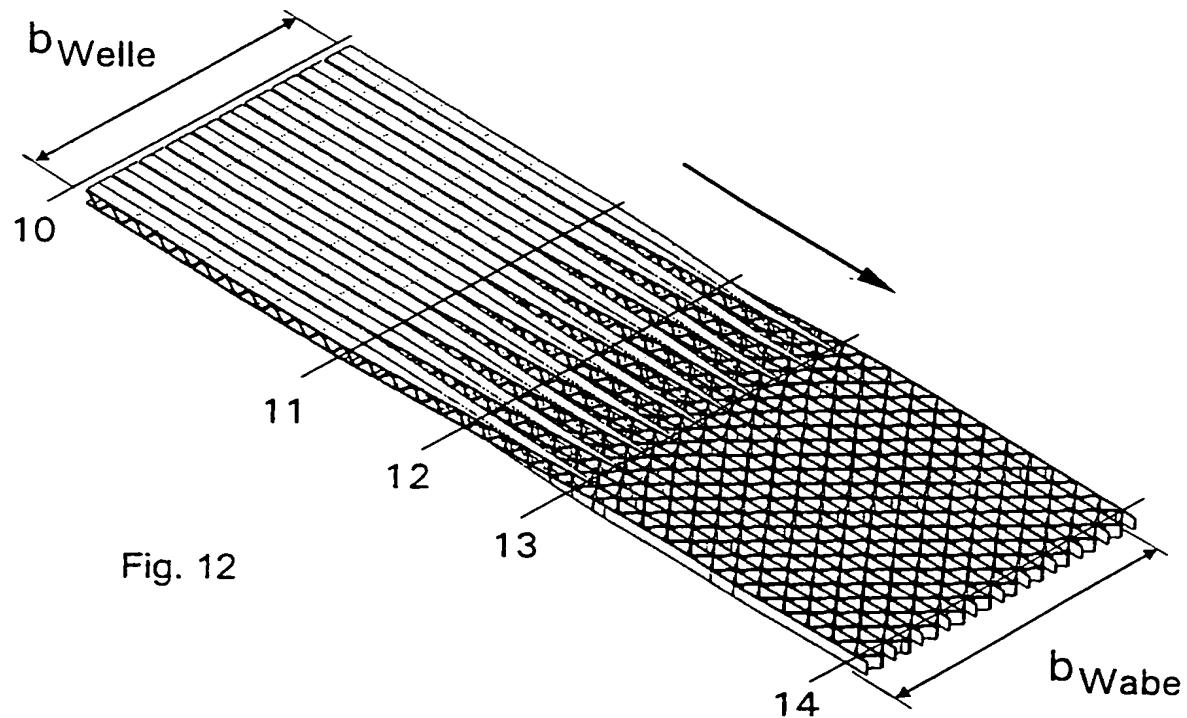


Fig. 12

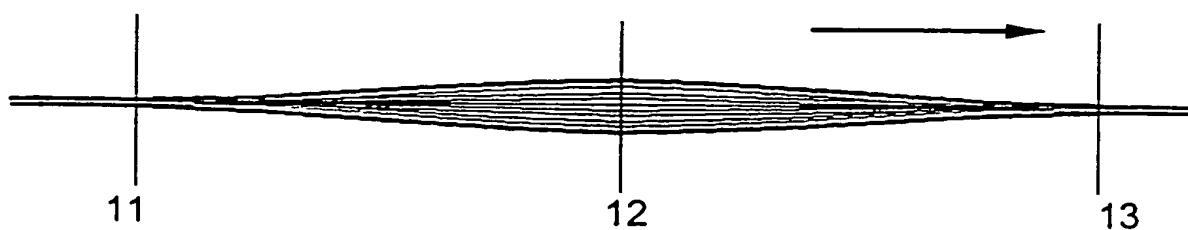
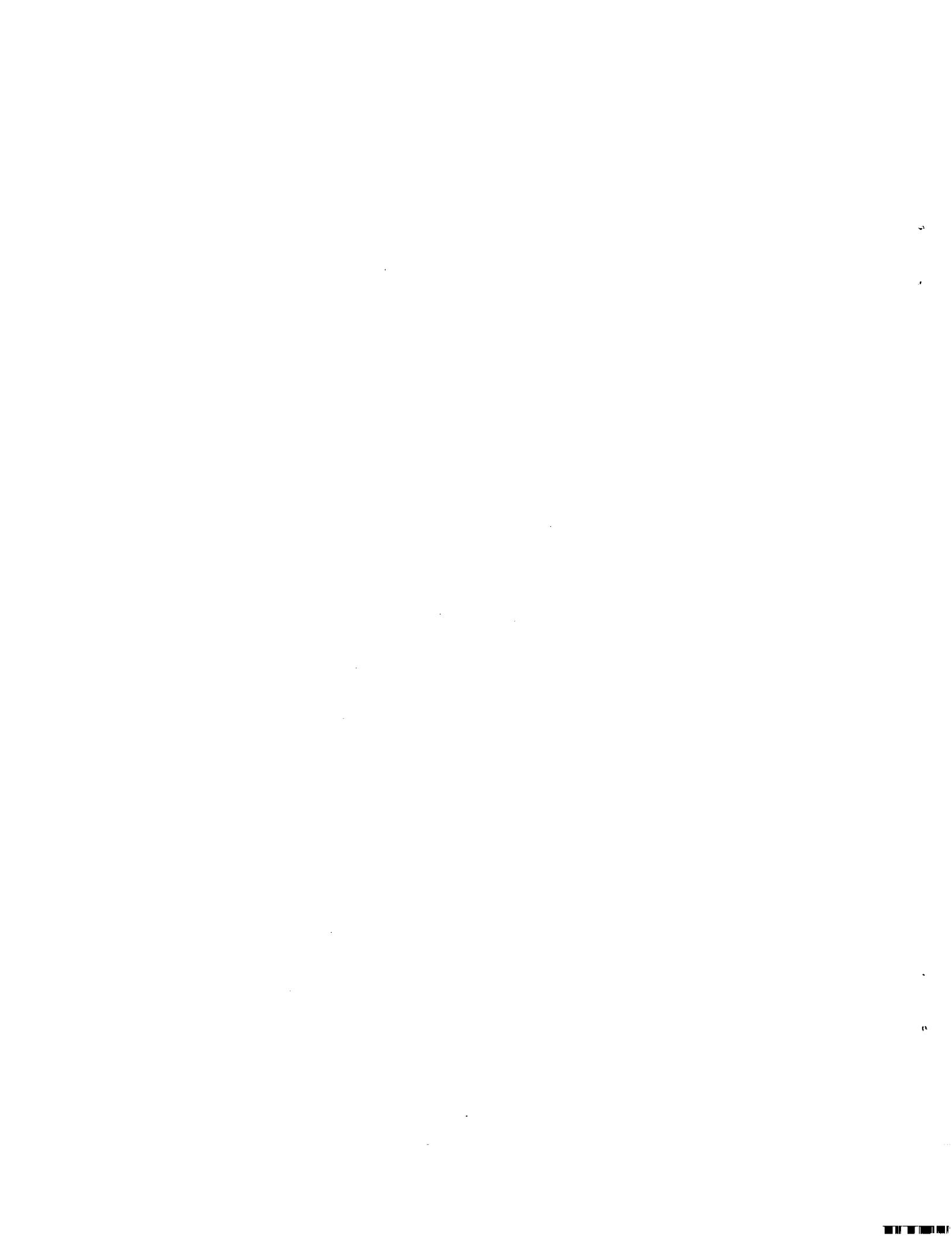


Fig. 13



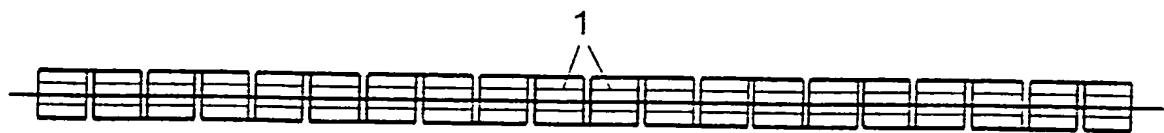


Fig. 14

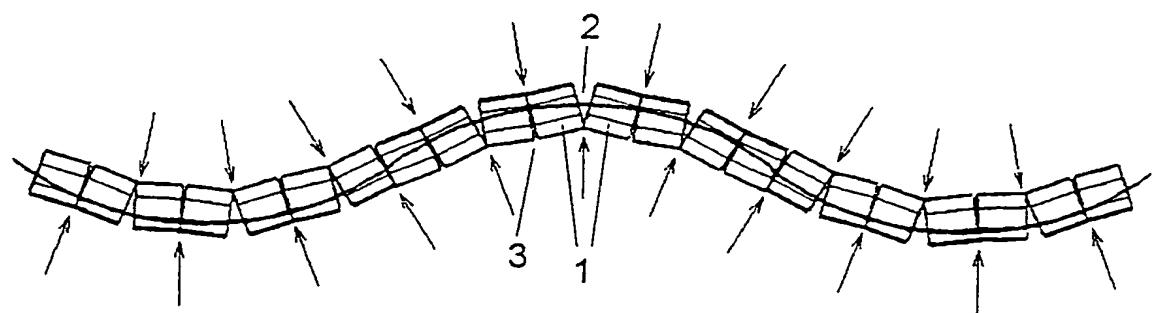


Fig. 15

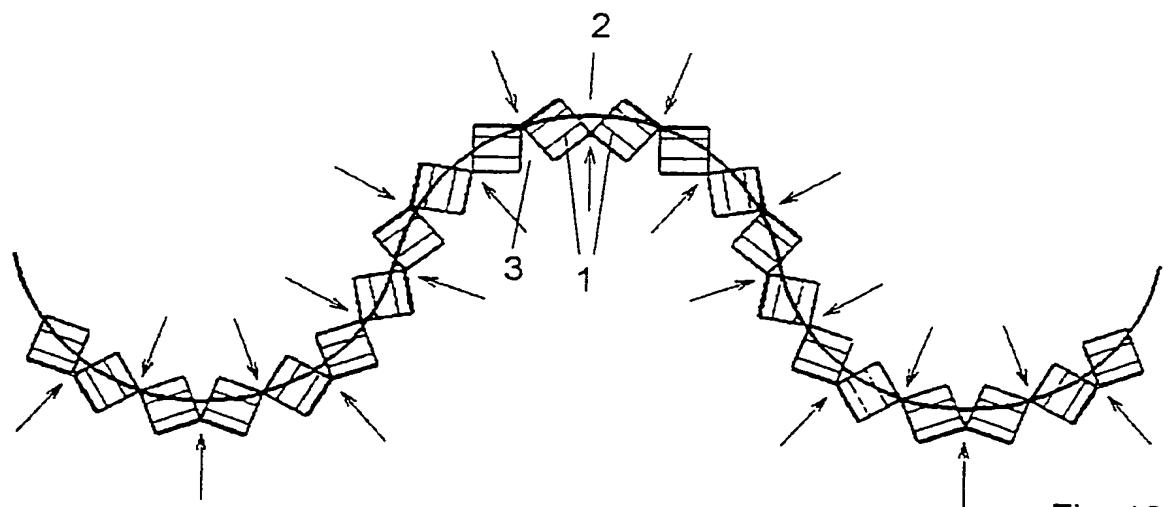


Fig. 16



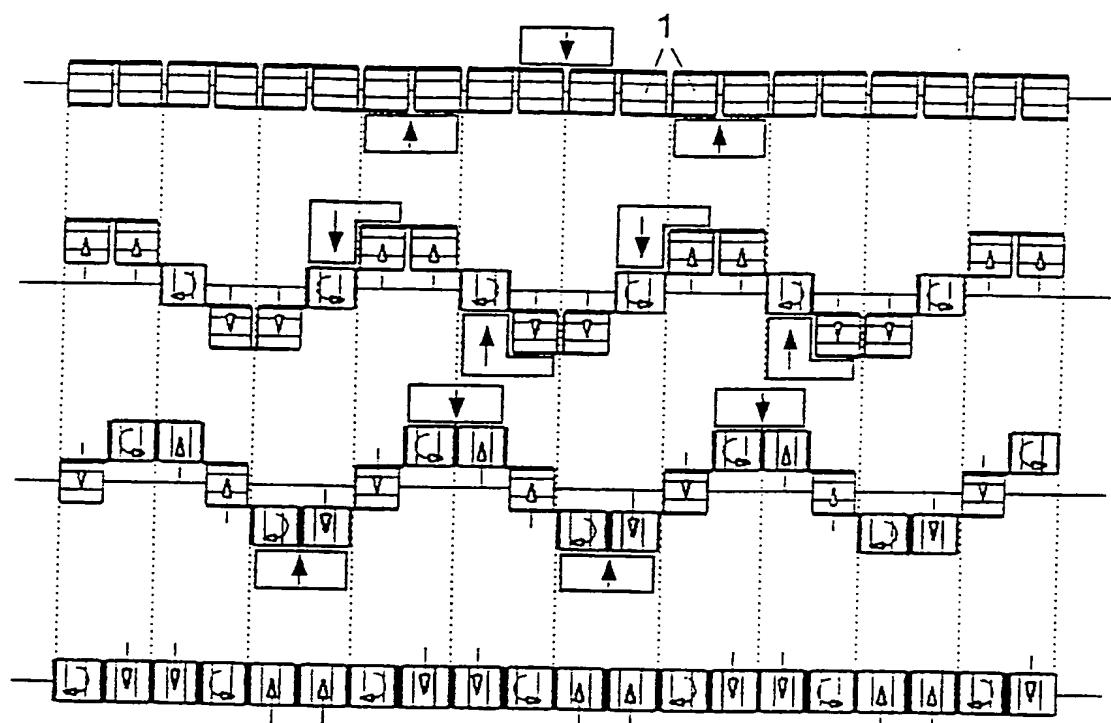


Fig. 17

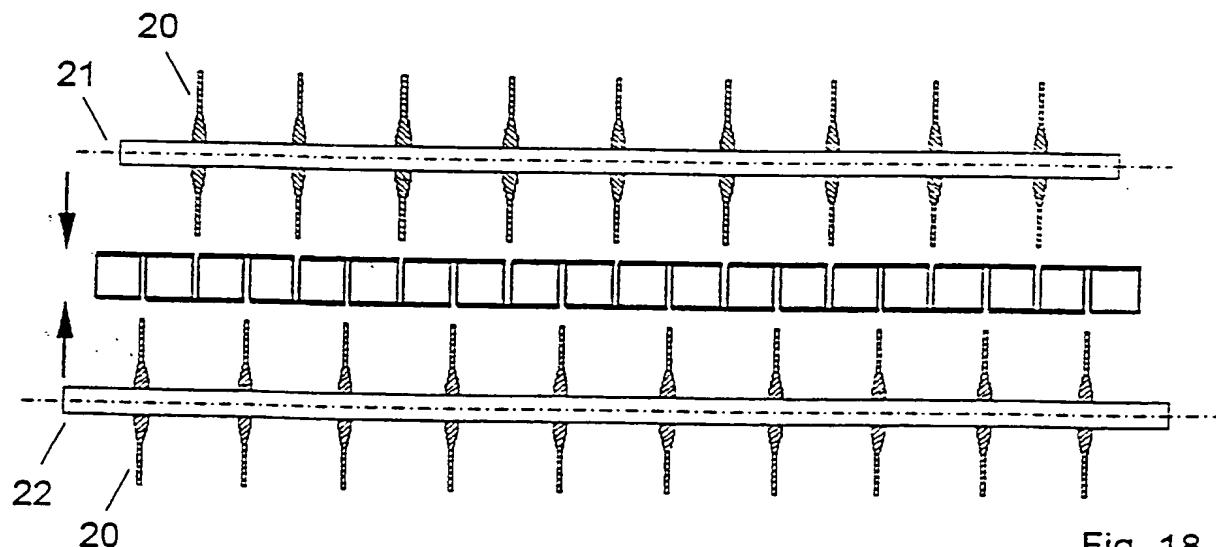


Fig. 18

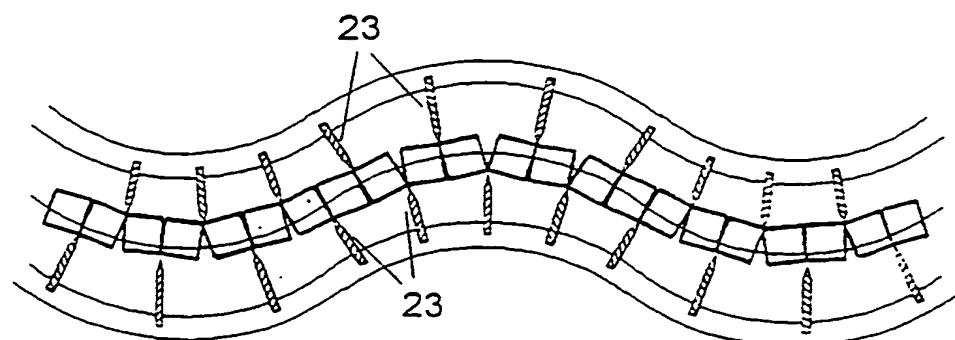
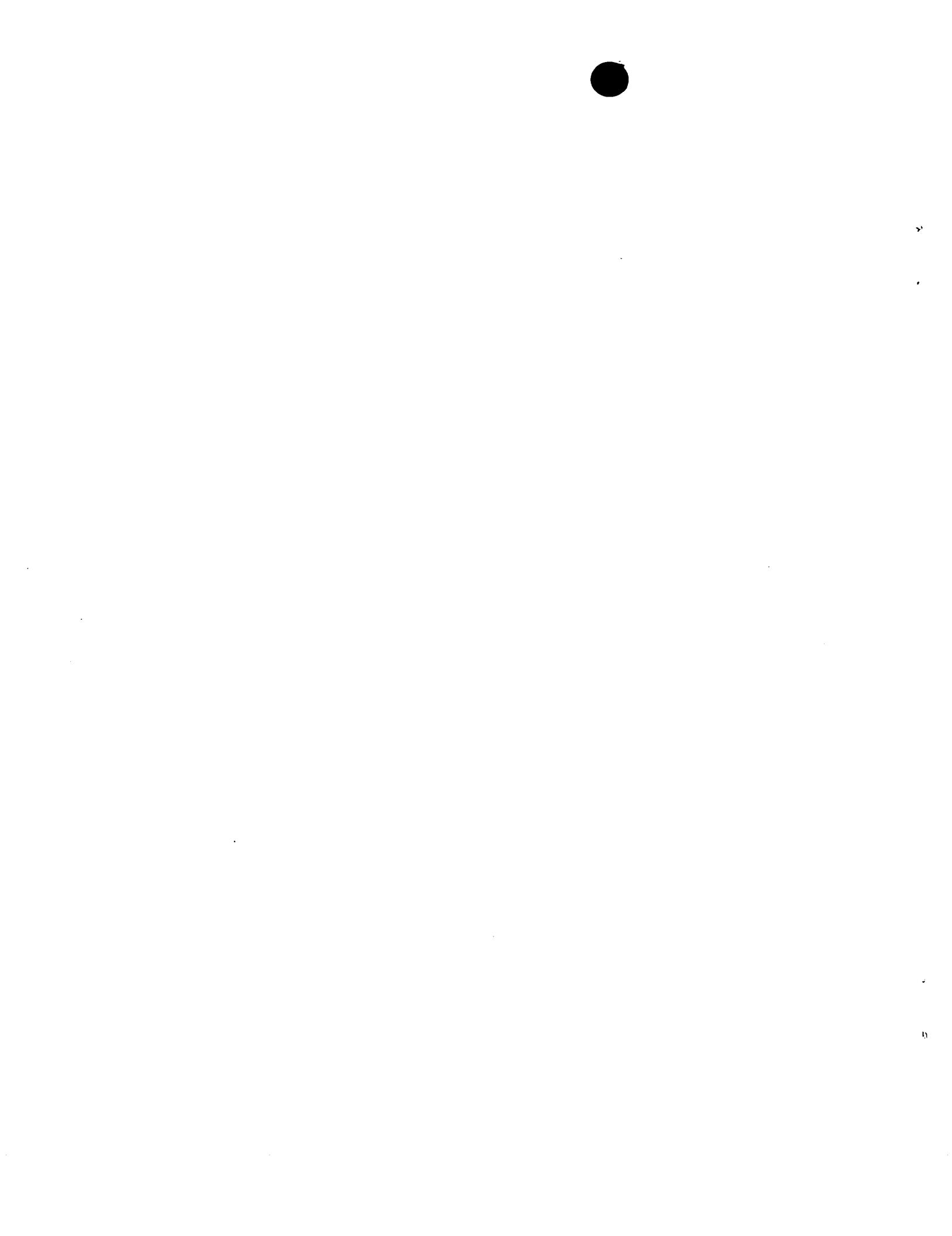


Fig. 20



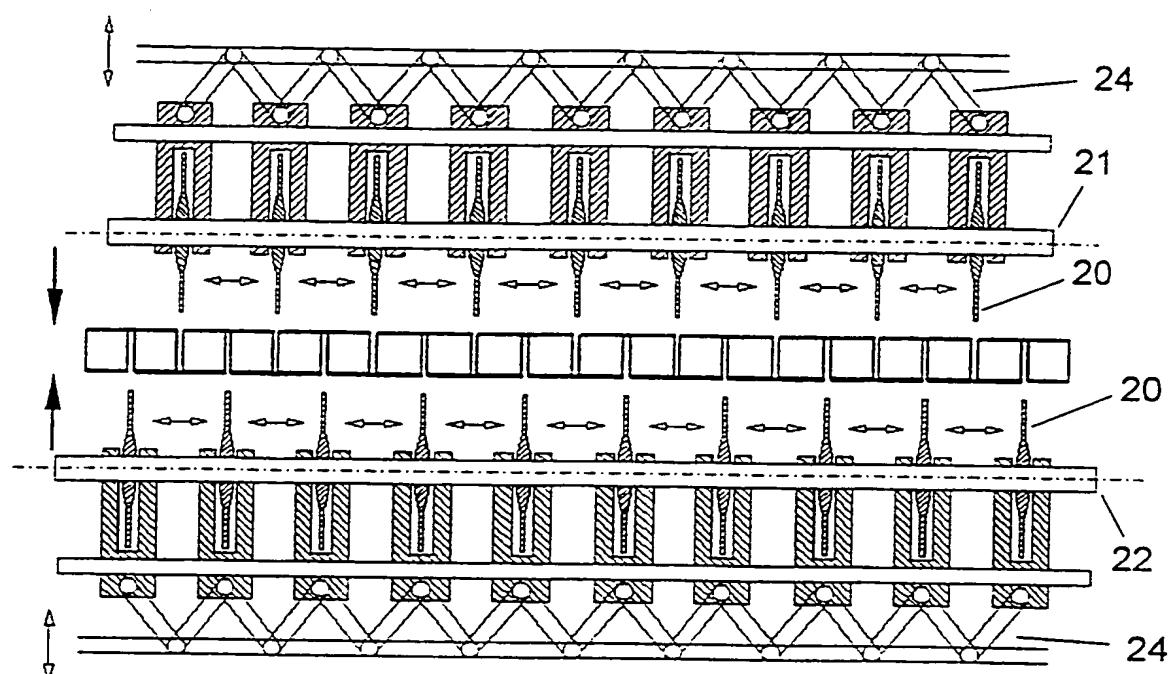


Fig. 19

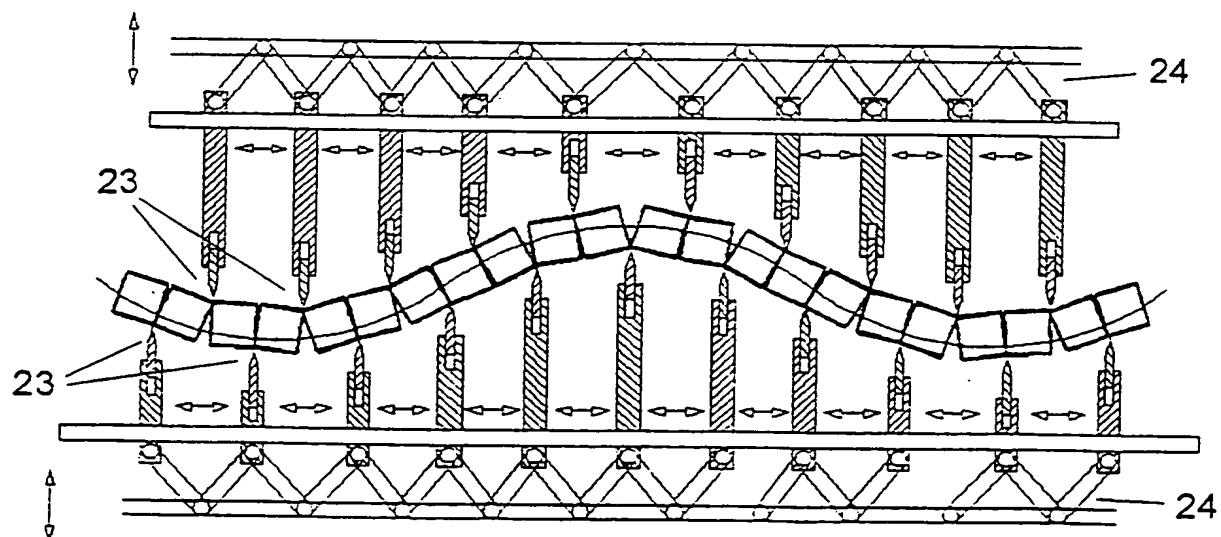
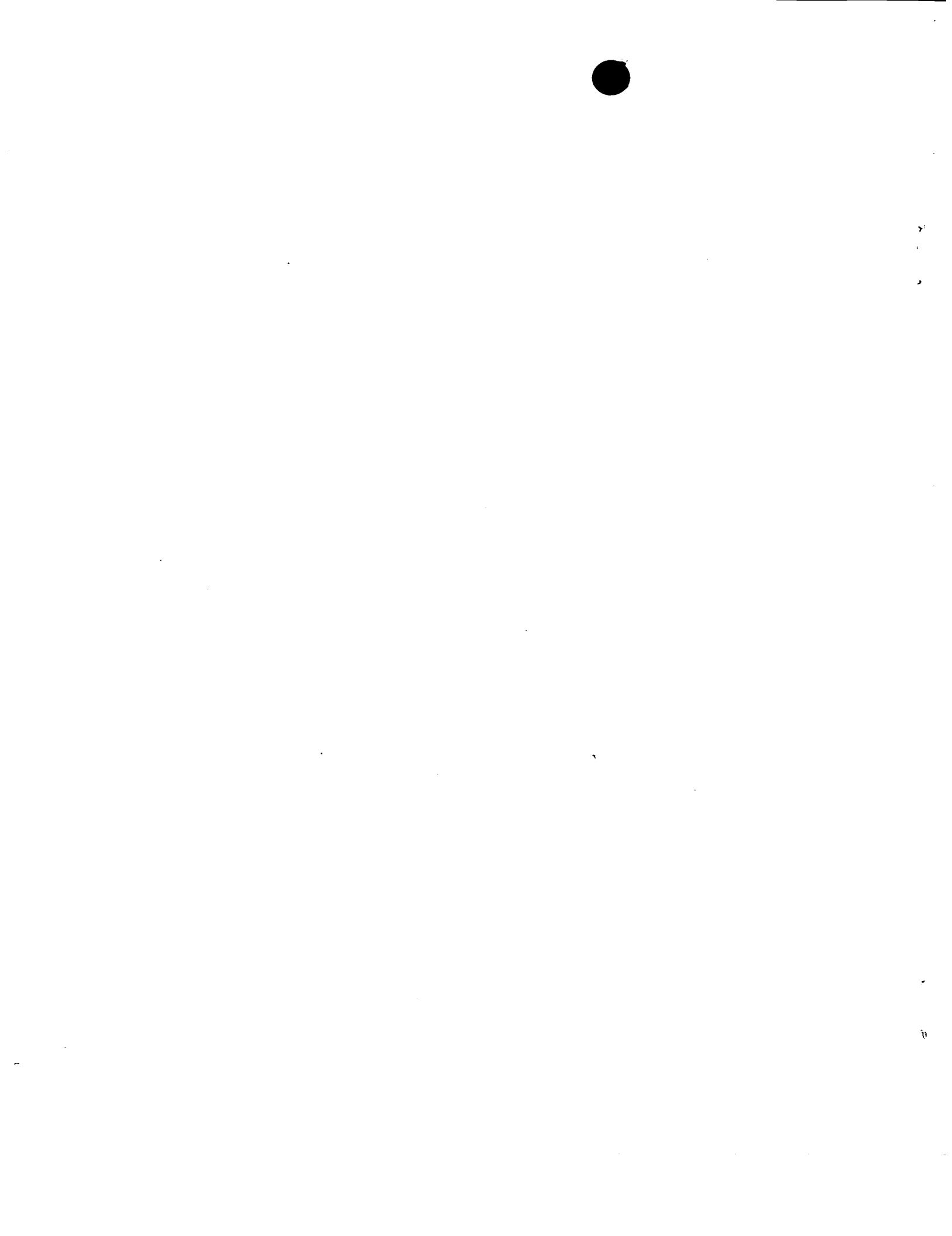


Fig. 21



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/02646

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 B31D3/00 B21D47/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 B31D B29D B65D B21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 690 601 A (BURKART ARTHUR P ET AL) 25 November 1997 (1997-11-25) cited in the application ---	
A	US 5 417 788 A (HOLT ANTHONY C) 23 May 1995 (1995-05-23) ---	
A	GB 1 395 801 A (HONSHU PAPER CO LTD) 29 May 1975 (1975-05-29) -----	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 August 2000

Date of mailing of the international search report

11/08/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Roberts, P

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/02646

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5690601 A	25-11-1997	NONE	
US 5417788 A	23-05-1995	NL 9300503 A	17-10-1994
GB 1395801 A	29-05-1975	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/02646

A. Klassifizierung des Anmeldungsgegenstandes  
IPK 7 B31D3/00 B21D47/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B31D B29D B65D B21D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 690 601 A (BURKART ARTHUR P ET AL) 25. November 1997 (1997-11-25) in der Anmeldung erwähnt	
A	US 5 417 788 A (HOLT ANTHONY C) 23. Mai 1995 (1995-05-23)	
A	GB 1 395 801 A (HONSHU PAPER CO LTD) 29. Mai 1975 (1975-05-29)	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

3. August 2000

11/08/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Roberts, P

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Deutsches Aktenzeichen

PCT/EP 00/02646

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5690601 A	25-11-1997	KEINE	
US 5417788 A	23-05-1995	NL 9300503 A	17-10-1994
GB 1395801 A	29-05-1975	KEINE	